

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS CON UNA INTERFAZ DE USUARIO EN TIEMPO REAL, PARA DISMINUIR PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE EN LOS TANQUES ALTAMIRA I Y ALTAMIRA II, DE LA COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO (CAPAMA)

Ing. Hugo Rojas Salgado¹, M.T.I. Eloy Cadena Mendoza²,
M.T.I. Juan Miguel Hernández Bravo³ y Dr. José Antonio Montero Valverde⁴

Resumen— Implementar un sistema de control y adquisición de datos integrado a una interfaz gráfica de usuario que muestra la información en tiempo real para disminuir las pérdidas de agua potable en los tanques Altamira I y Altamira II, de CAPAMA, mediante el sensado remoto de los niveles de agua de los tanques y el encendido de las bombas de rebombeo de agua.

Palabras clave— Microcomputadora, sensor, sistema de control, adquisición de datos.

Introducción

El presente artículo tiene como finalidad proponer una alternativa de solución con respecto a que en la actualidad CAPAMA está perdiendo agua potable de sus contenedores debido al derramamiento en sus tanques, y a las fugas de conexiones ilegales, o fugas por tuberías en mal estado, al igual que también no cuenta con un mecanismo eficiente y eficaz que ayude a disminuir la pérdida de agua en los tanques de almacenamiento y distribución de agua denominados por CAPAMA como Altamira I y Altamira II, por lo que específicamente este trabajo está orientado a disminuir las pérdidas de agua potable en dichos tanques, mediante el diseño y desarrollo de un sistema de control y adquisición de datos y la interfaz de usuario que muestra información en tiempo real con el fin de estar sensando los niveles de agua de los tanques y/o encendiendo las bombas de rebombeo de agua, según el límite de agua establecido por los sensores, utilizando para su construcción componentes de hardware y software de tecnologías emergentes abiertas con el objetivo de ser totalmente escalable y modular de acuerdo a las expectativas de crecimiento de CAPAMA.

Antecedentes

En el año de 1977, se crea la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco (CAPAMA) como una entidad paraestatal de la administración pública del estado de Guerrero, y es la encargada de proveer y procesar agua potable para el municipio de Acapulco, alrededor del año 2002 se implementó por patrocinio de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Comisión de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Guerrero (CAPASEG) un sistema denominado SCADA⁵ en alrededor de 53 sitios de tanques distribuidos en todo el municipio de Acapulco, el objetivo de la implementación fue con el fin de automatizar procesos que ayuden a evitar pérdidas de agua potable en los tanques de almacenamiento y distribución, y para ahorrar en el consumo de corriente eléctrica y la disminución de procesos de encendidos de las bombas de agua que controlaba el personal que vigilaba los tanques.

¹ Hugo Rojas Salgado, alumno de la Maestría en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco, Acapulco de Juárez, Guerrero. hugorojas@live.com.mx.

² M.T.I. Eloy Cadena Mendoza docente de la Maestría en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco, Acapulco de Juárez, Guerrero. eloy_cadena@yahoo.com.

³ M. T. I. Juan Miguel Hernández Bravo, docente de la Maestría en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco, Acapulco de Juárez, Guerrero.

⁴ Dr. José Antonio Montero Valverde, docente de la Maestría en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco, Acapulco de Juárez, Guerrero. jamonero1@infinitemail.com.

⁵ Del inglés Supervisory, Control and Data Adquisición y traducido al español como Supervisión, Control y Adquisición de Datos.

Planteamiento del problema

Según los responsables de la empresa CAPAMA, se estima que del 100% de agua potable que se almacena en un tanque de almacenamiento y distribución de agua, el 70% del agua se pierde por derramamiento, debido al deficiente control de encendido de las bombas.

Aunado a esto, también el agua se pierde en parte a que los tubos de CAPAMA, revientan por lo antiguo que están en algunos tramos de la red de tubería de agua potable pues se estima que algunos tubos tienen más de 60 años de antigüedad, esto sin dejar de mencionar que gran parte del suministro de agua se pierde en fugas y conexiones ilegales, ocasionando grandes pérdidas de agua potable.

La destrucción de infraestructura material o averías en los sistemas de bombeo de agua, tanques de almacenamiento de agua en mal estado o en su defecto daños ocasionados por fenómenos naturales como huracanes, que también generan el colapso del sistema de captación de agua potable.

Por lo que la implementación de SCADA tenía el objetivo de minimizar las pérdidas en los tanques de agua almacenamiento y distribución, pero a la fecha la implementación de dicho sistema no ha sido exitosa.

Ha habido intentos por reparar y rehabilitar los sistemas SCADA en los sitios en donde no funcionan, más sin embargo no se ha podido por que el sistema es desarrollado por un tercero, por tal motivo no se tiene acceso a los diagramas electrónicos ni al código del software para modificarlo y escalarlo.

Por otra parte existe el problema que no se puede invertir en la adquisición de nuevos sistemas que monitoreen la pérdida de agua porque hay meses en los que no hay ingresos, o si los hay son muy escasos y solo subsidian los pagos de la nómina de CAPAMA, ya que como se mencionó con anterioridad SCADA fue implementado por parte de la federación y el gobierno del estado.

Dado que en la actualidad la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco (CAPAMA) tiene implementado SCADA en 53 sitios, de los cuales solo 2 sitios están en funcionamiento con dicho sistema, si no se atiende el control y monitoreo de los niveles de agua en los tanques, así como el encendido de bombas supervisado, se seguirá desperdiciando mucha agua.

Por lo que con respecto a lo anteriormente descrito se pretende contar con un sistema de control y adquisición de datos que sea modular y escalable de acuerdo a los requerimientos de expansión de CAPAMA.

Objetivo general

Implementar un sistema de control y adquisición de datos con una interfaz de usuario en tiempo real, para disminuir pérdidas de agua potable en los tanques Altamira I y Altamira II, de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco (CAPAMA).

Objetivos específicos

- Desarrollar sistema de control e instrumentación con la implementación de una microcomputadora.
- Desarrollar software interfaz de usuario en tiempo real con WPF, ASP.NET Core, SignalR y C#.
- Implementar sistema de instrumentación y control en las oficinas de telemetría de CAPAMA.

Hipótesis

La implementación de un sistema de control y adquisición de datos con una interfaz de usuario que muestra la información en tiempo real para la toma de decisión de controlar de manera automática el encendido de bombas en los tanques Altamira I y Altamira II, de la Comisión de Agua potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco, ayudará de manera significativa a evitar la pérdida de agua potable con respecto a la pérdida de agua potable que actualmente se genera.

Justificación

El sistema propuesto en este trabajo de tesis es relevante porque podría causar un impacto social, ya que está relacionado con el bienestar de las personas que habitan las zonas conurbadas de Acapulco, dada la importancia que tiene CAPAMA para almacenar y distribuir agua potable a los 600 mil ciudadanos aproximadamente, a los cuales les ofrece el servicio en el municipio de Acapulco, que en la actualidad sufren por escasos de agua en algunos lugares de Acapulco, de esta manera surge la necesidad de cuidar el agua potable con mecanismos que ayuden a ahorrar el vital líquido, por lo que si el sistema propuesta se implementa en otros sitios de tanques de almacenamiento y distribución de CAPAMA, podríamos contribuir a que llegue y alcance su distribución a más personas por tiempos más constantes y prolongados.

Propuesta de solución

Con el propósito de presentar una propuesta de solución realizamos un documento de requerimientos de las necesidades sobre el problema que se desea resolver, en este caso se requiere implementar un sistema que disminuya las pérdidas de agua potable por derramamiento en los tanques Altamira I y Altamira II de CAPAMA, por lo que se pretende idear un sistema de control y adquisición de datos con la finalidad de supervisar el estado de las bombas y automatizar el encendido de las mismas, por lo que como requerimientos básicamente se desea conocer:

- Para el agua en los tanques:
 - a) Medición de nivel del tanque
 - b) Medición de presión relativa
- Para las Bombas de rebombeo de agua:
 - a) Paro de bomba (apagado de bomba)
 - b) Inicio de bomba (encendido de bomba)
 - c) Medición de amperaje
 - d) Medición de voltaje

En la *figura 1* podemos observar un bosquejo general de la solución propuesta para el sistema de control y adquisición de datos.

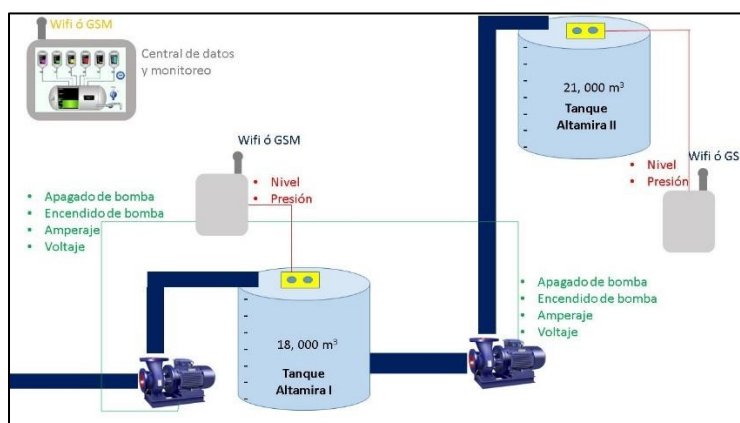


Figura 1. Bosquejo general de propuesta de solución.

Con respecto al flujo de trabajo de la *figura 1*, se tiene considerado que el tanque Altamira I inicia en un estado vacío, con la bomba principal apagada, en el momento en el que el sensor ultrasónico detecte que está vacío; la bomba principal se encenderá, de lo contrario si el tanque Altamira I está lleno, entonces la bomba Altamira I principal se apaga y después el sensor ultrasónico del tanque Altamira II mandará un estatus, si el estatus es vacío entonces se enciende la bomba de Altamira I Rebombeo, de lo contrario la bomba Altamira I Rebombeo estará apagada.

Para desarrollar el sistema propuesto se considera dividirlo en dos partes; la primera consta de un sistema interfaz electrónica que cumple la función de procesar y adquirir los datos de los sensores de los niveles del agua para que posteriormente puedan ser enviados vía WIFI a una central de datos de CAPAMA, su desarrollo involucra el uso de tecnología de *microcomputadoras*, *sensores para medir el nivel del agua*, *sensores para medir el amperaje y el voltaje*, la segunda parte involucra la interfaz de usuario que mostrará la información en tiempo real de los niveles de agua de los tanques proporcionados por los sensores descritos en la primera parte, desde la misma interfaz se podrá tomar la decisión de encender la bomba u operarla de manera manual o automática, por lo que para su desarrollo involucra el uso de tecnología como *Windows Presentation Foundation (WPF)* para la interfaz *HMI (Human Machine Interface)*, *SignalR* para el diseño de aplicación web de tiempo real, así como también el uso del patrón de diseño de software *MVVM* para su construcción, y el uso de *UML* para modelar el sistema desde una perspectiva de ingeniería de software.

Con respecto a la implementación de un sistema de control y adquisición de datos para los tanques de almacenamiento y distribución de agua Altamira I y Altamira II, representa un ahorro en el costo de componentes de sensores y componentes electrónicos, así como un gasto inferior en su implementación, pues del 70% que costaba la

implementación de los sistemas **SCADA** en cada sitio, ahora se estima que se invertirá el 30%, además se hace mención que la tendencia del desarrollo e implementación del sistema sea altamente modulable y escalable para el personal de CAPAMA, así como bien documentado y que sea abierto al ecosistema de CAPAMA.

Referencias

- Aguilar, J. (2014). *SignalR Programming in Microsoft ASP.NET*. Redmond, Washington, EE. UU.: Microsoft Press.
- Andrade, C., Livermore, S., Meyers, M., & Vliet, S. V. (2007). *Professional WPF Programming: .NET Development with the Windows Presentation Foundation*. Indianapolis, United States of America: Wiley Publishing, Inc.
- Clarke, G., Reynders, D., & Wright, E. (2004). *Practical Modern SCADA Protocols: DNP3, 60870.5 and Related Systems*. Wheeler Road, Burlington, EE. UU.: Newnes.
- Garofalo, R. (2011). *Building Enterprise Applications with Windows Presentation Foundation and the MVVM Model View ViewModel Pattern*. California, United States of America: O'Reilly Media, Inc.
- Teniente Lopez, E., Costal Costa, D., & Sancho Samsó, M. (2003). *Especificacion de Sistemas de Software en UML*. Catalunya, SL.: EDICIONS UPC.
- Yves Fiset, J. (2009). *Human-Machine Interface Design for Process Control Applications*. Research Triangle Park, NC, United States of America: ISA -Instrumentation, Systems, and Automation Society.